

## University of Groningen

### Regulation and robust stabilization

Fiaz, Shaik

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2010

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Fiaz, S. (2010). *Regulation and robust stabilization: a behavioral approach*. s.n.

#### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

## Samenvatting

In dit proefschrift worden een aantal regeltheoretische problemen bestudeerd binnen de zogenaamde 'behavioristische benadering' van de systeem- en regeltheorie. In deze benadering vormt niet het stelsel differentiaal- of differentievergelijkingen dat het systeem beschrijft de kern van het wiskundig model, maar wordt in plaats daarvan de *verzameling van alle oplossingen* van dit stelsel vergelijkingen als de crux van het model beschouwd. Dit is de basisfilosofie van de zogenaamde behavioristische benadering (the behavioral approach) van de systeem en regeltheorie. In de behavioristische aanpak kunnen we op natuurlijke wijze regelproblemen formuleren waarin regelaars niet noodzakelijkerwijs feedback regelaars zijn, maar waarin de regelaars door algemene interconnecties gekoppeld kunnen zijn aan het te regelen systeem. Binnen deze aanpak spelen de begrippen input en output niet langer een centrale rol, en worden de systeemvariabelen in principe gelijkwaardig behandeld.

Binnen dit kader worden in dit proefschrift een aantal ontwerpproblemen geformuleerd en opgelost. Na een uitgebreide introductie van de behavioristische aanpak in de eerste drie hoofdstukken, wordt in hoofdstuk 4 het implementatie-probleem bestudeerd. Gegeven een te regelen systeem en een gewenst systeem-behavior, bestuderen we de vraag of dit gegeven behavior verkregen kan worden door reguliere interconnectie met een regelaar. Indien dit mogelijk is heet het gewenste behavior regulier 'implementeerbaar'. In dit hoofdstuk breiden we de bestaande theorie rond dit probleem uit door extra eisen te stellen op de toegelaten regelaars: er is van te voren een partitie van de interconnectie-variabelen gegeven in twee groepen van componenten, en we eisen dat de eerste groep van componenten 'vrij' blijft in de regelaar, of zelfs samenvalt met de input van de regelaar. We bestuderen in dit kader ook het stabilisatie-probleem, en breiden ook hier reeds bestaande resultaten uit tot klassen van regelaars met a priori gegeven partitie van de interconnectie-variabelen.

In hoofdstuk 5 introduceren we de behavioristische versie van het klassieke regelprobleem van tracking en regulatie. In de klassieke versie van dit probleem wordt altijd gezocht naar feedback-regelaars. In dit proefschrift laten we algemene interconnecties toe. We formuleren het regelprobleem volkomen 'behavioristisch', in de zin dat zowel het te regelen systeem als het autonome exosysteem gegeven zijn als behaviors, en dat de bijbehorende differentiaalvergelijkingen en transfer matrices geen enkele rol spelen in de

formulering van het probleem en in de formulering van nodige en voldoende voorwaarden voor het bestaan van regulateurs. Dit heeft als voordeel dat de resultaten breed toepasbaar zijn op alle mogelijke representaties van het te regelen systeem en het exosysteem. Een belangrijke rol wordt gespeeld door het zogenaamde 'interne modelprincipe'. In de behaviorische benadering kan dit principe geformuleerd worden als de eis dat het behavior van het exosysteem bevat is in het behavior van het te regelen systeem.

Hoofdstuk 6 gaat over rationale representaties van systemen. Het materiaal in dit hoofdstuk wordt in hoofdstuk 8 gebruikt om de behavioristische versie van het probleem van optimale robuuste stabilisatie te introduceren. Het probleem is hier om voor een gegeven te regelen systeem, en een 'bol' om dit systeem met een gegeven straal, een regelaar te ontwerpen die niet alleen het systeem zelf, maar ook alle systemen die bevat zijn in de gegeven bol stabiliseert. Een dergelijke regelaar heet een robuuste regelaar. Nieuw in dit proefschrift is dat we dit probleem oplossen voor algemene reguliere interconnectie, in plaats van feedback interconnectie. We lossen ook het optimale robuuste stabilisatieprobleem op: we bepalen de maximale straal van de bol rond het systeem waarvoor een stabiliserende regelaar bestaat. Het nieuwe is dat we gebruik maken van dissipativiteitstheorie, en dat we de optimale straal uitdrukken in termen van opslagfuncties van de systemen. Om tot een oplossing van het robuuste stabilisatieprobleem te komen gebruiken we de behavioristische versie van het klassieke  $\mathcal{H}_\infty$  regelprobleem. Dit probleem wordt uitgebreid behandeld in hoofdstuk 7 van dit proefschrift.